



(9) Japan Patent Office (JP)

(12) Japanese Published Patent Application (A)

(11) Patent Application Publication Number 2003-504878 (P2003-504878A)

(43) Publication Date: February 4, 2003

(51) Int.Cl⁷ Identification Symbol F1 Theme Code (reference)

H01S 3/098 H01S 3/098 5F072

3/082 3/082

Examination Request: Not Yet Requested Preliminary Examination Request: Yes (Total Number of Pages: 16)

(21) Filing Number: Japanese Patent Application 2001-509125 (P2001-509125)

(86) (22) Filing Date: June 26, 2000

(85) Translation Filing Date: January 4, 2002

(86) International Filing Number: PCT/AT00/00173

(87) International Publication Number: WO01/005002

(87) International Publication Date: January 18, 2001

(31) Priority Claim Number: A 1159/99

(32) Priority Date: July 7, 1999

(33) Priority Claim Country: Austria (AT)

(71) Applicant: Femtolasers Produktions GmbH (AT)

(72) Inventor: Furbach; Alexander

(74) Agent: Takashi ISHIDA, Patent Attorney (4 others)

(54) [Title of the Invention] LASER DEVICE

(57) [Abstract]

A laser device (1) comprising:

a pump unit (2) including a pump laser crystal (3); and

passive mode synchronization means such as a saturable absorber (15);

wherein two separate resonator arms (11, 12) are provided that can be alternately switched, one resonator arm (11), which is operated in a pulse forming phase (21), includes the saturable absorber (15), and the other resonator arm (12), which is operated in an amplifying phase (22), does not include a component that introduces losses.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-504878

(P2003-504878A)

(43) 公表日 平成15年2月4日(2003.2.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 S 3/098		H 0 1 S 3/098	5 F 0 7 2
3/082		3/082	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-509125(P2001-509125)
(86) (22) 出願日 平成12年6月26日(2000.6.26)
(85) 翻訳文提出日 平成14年1月4日(2002.1.4)
(86) 国際出願番号 P C T / A T 0 0 / 0 0 1 7 3
(87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 0 5 0 0 2
(87) 国際公開日 平成13年1月18日(2001.1.18)
(31) 優先権主張番号 A 1 1 5 9 / 9 9
(32) 優先日 平成11年7月7日(1999.7.7)
(33) 優先権主張国 オーストリア (A T)

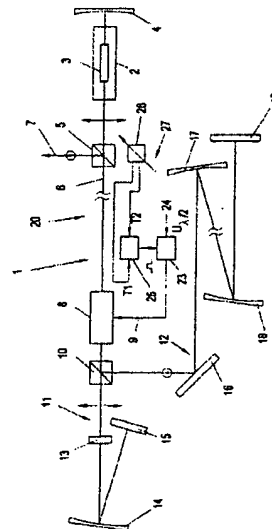
(71) 出願人 フェムトラゼルス プロダクツィオンス
ゲゼルシャフト ミット ベシュレンク
テル ハフツング
オーストリア国, アー-2100 コルノイブ
ルク, クライネンゲルスドルファーシュト
ラーセ 24
(72) 発明者 フュルバッハ, アレクサンダー
オーストリア国, アー-1020 ウィーン,
フェラインスガッセ 13/10
(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ装置

(57) 【要約】

ポンプレーザ結晶 (3) を含むポンプユニット (2) と、可飽和アブソーバー (15) のような受動モード同期手段とからなるレーザ装置 (1) において、二つの別個の交互に切り替え可能な共振器のアーム (11、12) が備えられ、パルス形成段階 (21) に作動する一方の共振器のアーム (11) が該可飽和アブソーバー (15) を含み、増幅段階 (22) に作動する他方の共振器のアーム (12) が損失を導入するコンポーネントを含まないことを特徴とする、レーザ装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポンプレーザ結晶（3）を含むポンプユニット（2）と、受動モード同期手段とからなるレーザ装置（1）において、

二つの別個の交互に切り替え可能な共振器のアーム（11、12）が備えられ、

パルス形成段階（21）に作動する一方の共振器のアーム（11）が受動モード同期手段（15）を含み、

増幅段階（22）に作動する他方の共振器のアーム（12）が損失を導入するコンポーネントを含まないことを特徴とする、レーザ装置。

【請求項2】 該二つの共振器のアーム（11、12）を切り替えるために、少なくとも一つの偏光検出ビームディバイダー（10）が偏光回転手段（8）と共に備えられていることを特徴とする、請求項1に記載のレーザ装置。

【請求項3】 該偏光回転手段（8）がポッケルスセルにより形成されていることを特徴とする、請求項2に記載のレーザ装置。

【請求項4】 該偏光回転手段（8）の両側のレーザビーム（6）の光路に、それぞれの偏光検出ビームディバイダー（10、5）が備えられていることを特徴とする、請求項2または3に記載のレーザ装置。

【請求項5】 該偏光回転手段（8）の受動モード同期手段（15）とは反対の側に、該偏光検出ビームディバイダー（5）がレーザビーム結合解除素子を同時に形成していることを特徴とする、請求項4に記載のレーザ装置

【請求項6】 該受動モード同期手段が可飽和アブソーバー（15）であることを特徴とする、請求項1乃至5のいずれか一つに記載のレーザ装置。

【請求項7】 該可飽和アブソーバー（15）が可飽和半導体アブソーバーであることを特徴とする、請求項6に記載のレーザ装置。

【請求項8】 該可飽和アブソーバー（15）が一方の共振器のアーム（11）を終端するアブソーバーミラーであることを特徴とする、請求項6または7に記載のレーザ装置。

【請求項9】 該パルス形成段階（21）で作動される一方の共振器のアーム（11）に、レーザ結晶（3）に高いエネルギーの蓄積をもたらす、例えばλ

／4板(13)のような線形損失素子が配置されていることを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか一つに記載のレーザ装置。

【請求項10】 該ポンプユニット(2)が、該偏光回転手段(8)と共に双方の共振器のアーム(11、12)に共通な共振器の一部(20)を形成する、連続波ダイオードポンプユニットであることを特徴とする、請求項2乃至9のいずれか一つに記載のレーザ装置。

【請求項11】 該ポンプユニット(2)が、該偏光回転手段(8)と共に双方の共振器のアーム(11、12)に共通な共振器の一部(20)を形成する、ランプポンプまたはレーザポンプであることを特徴とする、請求項2乃至10のいずれか一つに記載のレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、ポンプレーザ結晶を含むポンプユニットを有するレーザ装置に関し、より詳しくは受動モード同期手段を有するレーザ装置に関する。

【0002】

そのようなレーザ装置は、特にパルスの短いレーザ装置として提供され、そこでは高エネルギーを有する短いレーザのパルスはモード同期の状態で生成される。これらのパルスの短いレーザ装置は、高精度の材料加工や科学的な業務に都合良く用いられている。短いレーザパルスの生成に関しては、例えばA・スティングル他「プリズムを用いないチタン：サファイアレーザからの11-fsパルスの生成」オプティックスレターズ19巻3号1994年2月1日、p204-206と同様に、WO98/10494Aのような参考文献がある。

【0003】

高エネルギーを有する短いレーザパルスの発生の標準的な技術は、レーザ発振器とレーザアンプの技術に基づいている。レーザ発振器は、例えば数十MHzの範囲の繰返し周波数を有する、低いエネルギーの短いレーザパルス列を生成する。これらの発振パルスから、より低い繰返し周波数のパルスが選択され、高エネルギーのパルスを得るために、再生アンプまたはいわゆるマルチパスアンプで増幅する。

【0004】

オールインワンのコンセプトが好適に使用されている。そこでは、一方ではパルスの（低エネルギーでの）発生と、他方では別の時点に（高エネルギーへの）増幅を単に実行することにより、一つのレーザが同時に発振器および再生増幅器として用いられる。この種の既に知られたレーザ装置（例えばL・チューリ、T・ユハス「ダイオードポンプNd:YLF一体型レーザ」、オプティックスレターズ、20巻第14号1995年7月15日、p1541-1543参照）は、発振機能と増幅機能の双方のためのレーザからなり、音響光学的変調器で能動モード同期を用いている。能動モード同期はそれほど効率的ではないので、得られる最少のパルス持続時間は比較的長く、さらに信頼性よく長時間の動作を行わせ

るためには、時間制御と安定化のためにそれぞれ複雑な電子回路を必要とする。

【0005】

他方、レーザ装置では、先に言及した文献WO98/10494Aにより、受動モード同期を特に可飽和アブソーバーと共に設計することが一般的に知られている。可能な受動モード同期の他の方法には、例えばカー効果（いわゆるカーレンズモードロッキング、KLM）の利用、非線形ミラー（非線形ミラーモード同期、NLM）の使用、光学結晶内の非直線偏光回転アプリケーションまたは二次のオーダーのカスケード化された非線形処理がある。

【0006】

本発明の目的は、受動モード同期を用いた場合に、レーザのオールインワン構成を可能にする最初に規定した形式のレーザ装置を提供することであり、それによって受動モード同期が能動モード同期より強い強度の変調をもたらし、ピコまたはフェムト秒の範囲の安定な短いパルスを生成することができる利点、即ち使用されるレーザ材料の有限な増幅能力により与えられる可能な下限値に近いパルスの持続時間を有するという利点がえられる。ここで、可飽和アブソーバーのような受動モード同期デバイスが、それらの低い破壊閾値によって、エネルギーの上昇に上限値を与え、さらにアブソーバーの過大な飽和により不安定性がもたらされるという問題点は、解決されていなければならない。本発明は、異なる時点に動作する二つの異なる副共振器に共振器を分割するというアイデアに基づいている。そして、副共振器は、異なる作業、即ち一方は低いパワーレベルに対応する高い共振損失を有する受動モード同期を用いたパルスの生成、他方は高いパルスエネルギーへの増幅を行う。

【0007】

最初に規定された型式の本発明のレーザ装置は、それにより二つに分割され交互に切り替えられる共振器のアームが提供され、1パルス形成段階で作動する一方のものは受動モード同期手段からなり、他方の共振器のアームは増幅段階で作動し、損失を生じる部品は含んでいないことで特徴づけられる。本発明のレーザ装置では、こうして共振器の異なる部分が異なる時点に用いられ、低いエネルギーを有する短いレーザパルスが生成される段階では、一方の共振器のアームが受

動モード同期装置と強度が低い状態に対応する高い共振損失を伴って作動し、パルスの生成が終了した後、その共振器は切り替えられて他の共振器が作動し、そこでの共振器には受動モード同期手段はなくなり、次に作動する共振器の高い共振品質によって高エネルギーのパルスへの増幅が可能になる。

【0008】

スイッチングのために、レーザビームの偏光が採用されることが望ましく、従ってこのレーザ装置を簡単に具体化するために、これら二つの共振器のアームの間に、スイッチング用の少なくとも一つの偏光検出ビームディバイダーが、偏光回転手段と共に備えられる。ここで、ポッケルスセルが偏光回転手段として用いられることが望ましく、それを通過するレーザビームの偏光方向を 90° 回転するために、そのようなポッケルスセルは電氣的に制御される。他の適宜の偏光検出ビームディバイダーと組み合わせることにより、レーザビームはこのスイッチングの後に他の共振器アームに導かれる。

【0009】

偏光検出ディバイダーの各々が、偏光回転手段のどちらかの側のレーザビームの光路に配置されていることが、特に望ましい。この場合受動モード同期手段から遠い側の偏光回転手段の側に備えられた偏光検出ビームディバイダーは、増幅されたレーザパルスの結合を解除するように、レーザビーム結合解除素子を形成してもよい。

【0010】

受動モード同期手段として、それ自体は既に知られている可飽和アブソーバーが用いられることが望ましい。

【0011】

この可飽和アブソーバーは望ましくは、それ自体は既に知られている可飽和半導体アブソーバーであってもよい。

【0012】

さらに、小型で効率の良い共振器の具体化のために、この可飽和アブソーバーが一方の共振器のアームを終端するアブソーバーミラー、特に半導体をベースにしたアブソーバーミラーであることが、同様に望ましい。

【0013】

パルス形成段階に際してレーザビームに所望の損失を導入するために、線形の損失素子、例えば $\lambda/4$ 板 (platelet) を、パルス形成段階に作動する一方の共振器のアームに備えることが望ましく、この $\lambda/4$ 板はレーザ結晶での高いエネルギーの蓄積をもたらす。

【0014】

このレーザ装置をオールインワンのレーザシステムとして設計するために、ポンプユニットが偏光回転手段を共なう連続波ダイオードポンプユニットである場合には、それが双方の共振器に共通な共振器の一部分を構成することが望ましい。さらに、ポンプユニットがランポンプまたはレーザポンプである場合には、それが双方の共振器に共通な共振器の一部分を構成することが望ましい。

【0015】

以下に本発明が、例として図示された望ましい実施例により詳細に説明されるが、それは本発明を限定するためのものではない。

【0016】

単に図式的に描かれたダイオードポンプのレーザ結晶3を含むポンプユニット2を有し、番号1で表されているオールインワン短パルスレーザ装置が図1に示されている。このポンプユニット2の一方側には、共振器終端ミラー4が備えられている。

【0017】

このポンプユニット2の他方側には、偏光検出ビームディバイダー5が備えられ、矢印7で図式的に表されているように、増幅されたレーザビーム6のための結合解除素子を同時に構成している。図示された共振器内を一周する間に、レーザビーム6はポッケルスセル8の形式の偏光回転手段に到来し、その偏光回転手段は矢印9で表されているように電氣的に制御され、レーザビーム6の偏光を 90° 回転するが、それ自体は知られた方法であり以下では手短に説明される。

【0018】

レーザビーム6の光路にはさらに、他の偏光検出ビームディバイダー10が配置され、レーザビーム6の偏光状態に従って、レーザビーム6を（即ち一方のレ

ーザ共振器のアーム11に)透過するか、またはそれを(即ち他方のレーザ共振器のアーム12に)反射する。図1では、一方の共振器のアーム11内のレーザビーム6の偏光は頭部が二つある矢印で、また他方の共振器のアーム12内のものは円内の点で表されており、頭部が二つの矢印は偏光の方向が図の面内であることを表し、他方の共振器のアーム12の円内の点はレーザビーム6の偏光の方向が図の面に垂直であることを表している。

【0019】

一方の共振器のアーム11には、レーザビーム6の光路に $\lambda/4$ 板13がさらに配置され、レーザビーム6に必要な損失を導入し、次にレーザビーム6は受動モード同期手段として備えられた、可飽和半導体アブソーバーミラー15により反射される。そのような可飽和半導体アブソーバーミラーは、それ自体は既知であるので、さらなる説明は不用である。

【0020】

他方の共振器のアーム12では、レーザビーム6は必要な光路長を得るために、4つのミラー16-19を経由して導かれるが、ここでミラー17、18は球面焦点ミラーであり、ミラー16、19は高反射性の平面ミラーである。

【0021】

図示のように、素子4、2、3、5、8は共に共振器の一部分20を構成し、全体の共振器を形成するために、ビームディバイダー10でのレーザビーム6の偏光方向に依存して、一方の共振器のアーム11または他方の共振器のアーム12により補完される。光路長 L_1 を有する一方のレーザ共振器は素子4、2、3、5、8、10、13、14および15によって構成され、それらはパルス増強段階(パルス形成段階)21(図2参照)に働く。光路長 L_2 を有する他方の共振器は素子4、2、3、5、8、10、16、17、18および19によって構成され、それらは増幅(図2の増幅段階22)に働く。

【0022】

ポッケルスセル8に電圧が印加されないパルス形成段階21では、先に言及したように一方の共振器のアーム11が機能する。二つのビームディバイダー5および10は、レーザビーム6を透過させる。その理由は、ビームディバイダー5

および10における頭部が二つの矢印を参照すると、後者はこの時点では図の面に平行に直線偏光されているからである。 $\lambda/4$ 板13はシステムに高い損失を導入するように、また共振器20-11でのパワーレベルを低く保ってレーザ結晶3における高い反転を引き起こすように調整されている。可飽和アブソーバミラー15は一方の共振器のアーム11側に配置されているので、所望の短いレーザパルスが発生する。これは図2の最上部の図に示され、レーザ結晶3を伴うポンプユニット2と終端のミラー4との間の位置で測定された、パルスの強度 $I(3/4)$ が描かれている。図から明らかなように、距離 $t_1 = 2L_1/C$ 。 C はレーザビームの速度)を有するパルスが、次第により短くなっている。

【0023】

増幅段階22に切り替えるために、それぞれのポッケルスセル8により与えられた $\lambda/2$ 電圧 U_1, U_2 が、それ自体は既知の共通な電子回路により9でポッケルスセル8に印加される。(ポッケルスセル8での電圧 U_{pc} の時間 T に依存した推移を示す図2の第2番目の図を参照)。この制御は時刻 T_1 になされなければならない、共振器内を循環したレーザパルスはそのとき、図1によるとポッケルスセル8のちょうど右側、即ちそれぞれのビームディバイダー5またはポンプユニット2の領域、またはそれぞれ終端ミラーの領域にある。一般的にポッケルスセルは、そのように時間を調整することができる、駆動回路を既に含んでいる。こうして図1には、それに対して高電圧 U_1, U_2 が24で印加される高速高電圧スイッチ23が図式的に示され、そして、それは、それぞれの高電圧スイッチ23またはポッケルスセル8をそれぞれ時刻 T_1 と T_2 で切り替えるための電氣的パルスを発生させる関連する回路25を有する。図1はさらに、時刻 T_1 、 T_2 の調整を指示する外部から調整可能な時間制御素子26を図式的に示している。素子23-26は、図1では27で示されている、電子制御ユニットを構成しており、その制御ユニットはポッケルスセル8を経由するレーザビームを切り替えるために備えられている。

【0024】

レーザパルスがポッケルスセル8に到達した場合、時刻 T_1 におけるその駆動によって(図2参照)、図の面に垂直に広がるように偏光が 90° 回転される。

そうするとレーザパルスは、パルス形成段階21用に備えられた一方の共振器のアーム11に向かうためにビームディバイダー10を透過することができず、他方の共振器のアーム12に反射され、ミラー16-19からなるシステムを通過して、最終的にビームディバイダー10に反射されて、ポッケルスセル8に戻り、再度偏光を 90° 回転される。この他方側の共振器のアーム12には損失を招く部品は含まれていないので、レーザパルスのエネルギーは一周する毎に急速に増大する。図2の第1番目の図のパルスの強度I(3/4)を参照されたい。

【0025】

パルスのエネルギーがその飽和値に達したとき、ポッケルスセル8はスイッチをオフにされる。このスイッチオフは時刻T2に行われ、その時にはレーザパルスはポッケルスセル8の左側、即ち増幅段階用に備えられた他方の共振器のアーム12内にある。レーザビーム6が左側から到着してポッケルスセル8を通過すると、電圧 U_1, U_2 はポッケルスセル8により既にスイッチオフされている（即ちポッケルスセル8の電圧 U_{pc} は再度0Vである）ので、その偏光はもはや 90° 回転されてはいない（即ち図の面内）。今やその偏光が図の面に垂直のままであるので、レーザパルスはビームディバイダー5で反射されることにより、結合が解除される（ポンプユニット2へ透過されるもの以外の矢印7を参照）。この増幅された出力パルスは、図2の3番目の図表に結合が解除されたパルスの強度I(7)として示されている。（図1の矢印7を参照）

説明されたシステムでは、偏光に依存する増幅を考慮する必要なく任意のレーザ媒体が使用できるように、レーザ結晶3内の偏光は常に同じにされている（即ち図1によれば図の面内である）。

【図面の簡単な説明】

【図1】

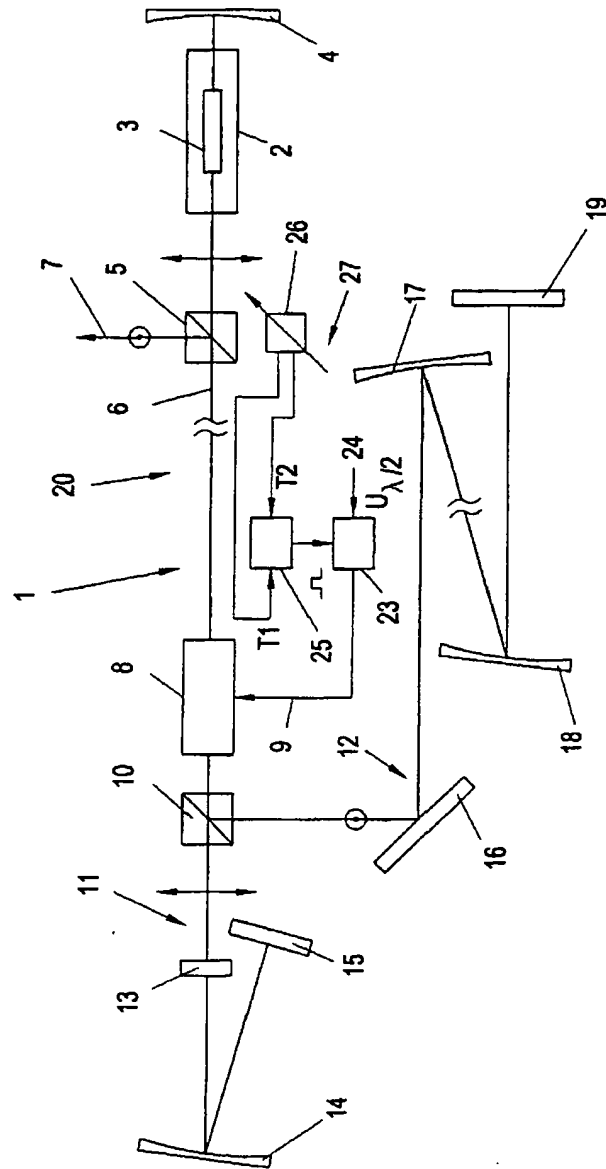
オールインワン設計に従う短パルスレーザ装置を図式的に示す図である。

【図2】

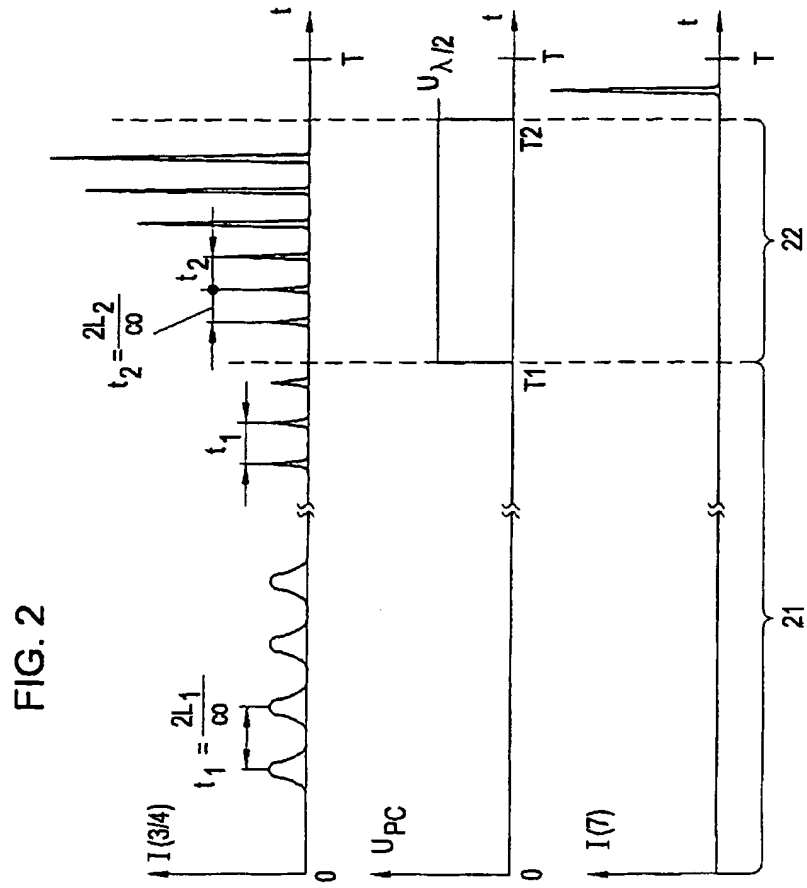
関係する図表を示す図である。

【図1】

FIG. 1



【図2】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat'l Application No. PCT/AT 00/00173		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01S3/098		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) INSPEC, EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BOCZAR B P ET AL: "New scheme for ultrashort-pulsed Nd/sup 3+/:YAG laser operation: a branched cavity, internally seeded regenerative amplifier" APPLIED OPTICS, 1 JUNE 1983, USA, vol. 22, no. 11, pages 1611-1613, XP002150826 ISSN: 0003-6935 figure 1 --- -/--	1-3,6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (see specification) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 October 2000		Date of mailing of the international search report 08/11/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 eponrl Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Galanti, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

C/(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		International Application No. PCT/AT 00/00173
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	TURI ET AL: "DIODE-PUMPED ND:YLF ALL-IN-ONE LASER" OPTICS LETTERS, US, OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON, vol. 20, no. 14, 15 July 1995 (1995-07-15), pages 1541-1543, XP000514995 ISSN: 0146-9592 cited in the application abstract	1
A	WO 98 22995 A (SHIELDS HENRY ; RIEGER HARRY (US); FOSTER RICHARD M (US); JMAR TECH) 28 May 1998 (1998-05-28) page 3 -page 5, line 9	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/AT 00/00173

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
W0 9822995 A	28-05-1998	US 5742634 A	21-04-1998
		AU 6756098 A	10-06-1998
		EP 0937321 A	25-08-1999
		US 6016324 A	18-01-2000

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72)発明者 クラウツ, フェレンク

オーストリア国, アー-2331 フェーゼン

ドルフ, ドクトル カー, レーナー ゲ

ー, 9

Fターム(参考) 5F072 KK13 KK15 KK30 PP01 PP07

PP10 QQ20 SS08